



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 800 035 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
08.10.1997 Patentblatt 1997/41

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F21S 11/00, G02B 5/10,  
G02F 1/19

(21) Anmeldenummer: 97104816.0

(22) Anmeldetag: 21.03.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
BE CH DE FR GB IT LI NL

(30) Priorität: 02.04.1996 DE 19613222

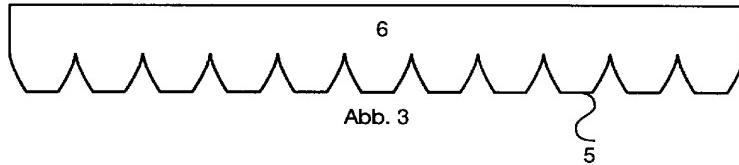
(71) Anmelder: Frauenhofer-  
Gesellschaft zur Förderung der angewandten F  
orschung e.V.  
D-80636 München (DE)

(72) Erfinder: Goetzberger, Adolf, Prof. Dr.  
79249 Merzhausen (DE)

### (54) Stationäre Einrichtung zur Abschattung des direkten Sonnenlichts bei Verglasungen

(57) Die Erfindung betrifft ein stationäres Verschattungssystem für Verglasungen, wobei lichtkonzentrierende Strukturen bestehend aus einem transparenten Medium, das direkte und diffuse Sonnenlicht, das aus einem vorgegebenen Bereich des Himmels kommt, mittels Totalreflexion auf eine Zone lenkt, die deutlich klei-

ner ist als die Lichteintrittszone, daß diese Zone ganz oder teilverspiegelt ist und daß das nicht totalreflektierte Licht zur Beleuchtung der dahinterliegenden Räume genutzt wird.



## Beschreibung

### Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Anordnung, mit der man die direkte Sonnenstrahlung bei insbesondere südorientierten Verglasungen abschatten und gleichzeitig die Transparenz für diffuses Himmelslicht weitgehend aufrechterhalten kann.

Verglaste Aperturen in Gebäuden dienen zur bestmöglichen Einleitung des Tageslicht in die dahinter liegenden Räume. In den meisten Fällen ist jedoch direktes Sonnenlicht in den Räumen unerwünscht, da es zu Blendung, zum Ausbleichen von Möbelierung und Textilien und im Sommer zu Überhitzung führt. Hieraus entsteht ein Dilemma, das schon seit langem in der Architektur mehr oder weniger erfolgreich angegangen wurde. Die traditionelle Lösung setzt auf der Südseite der Gebäude Dachüberstände ein, die die Sonnenstrahlung im Sommer abschatten und im Winter die schrägstehende Sonne in die Räume einlassen. Der Nachteil dieser Technik besteht darin, daß ein großer Teil des Himmels permanent abgeschattet wird und daß daher bei bewölktem Himmel nicht genug Licht in die Räume gelangt. Ferner ist die jahreszeitliche Abschattung von der Fensterhöhe abhängig. Diese Methode ist bei Ost- und Westseiten nicht anwendbar. Die darüber hinaus gebräuchliche Methode des Sonnenschutzes besteht in beweglichen Elementen, wie Vorhängen, Jalousien und Rollen. Diese müssen manuell oder automatisch betätigt werden und führen zu einer weitgehenden Verdunklung der Räume. Dadurch tritt der unbefriedigende Effekt auf, daß in Zeiten besonders hellen Tageslichts die Innenräume zu dunkel sind. In den letzten Jahren wurden weitergehende technische Lösungen entwickelt und eingesetzt. Reflektierende Profile, totalreflektierende Prismen und Hologramme wurden angewandt. Der moderne Stand der Technik ist im Tagungsband OTTI (Ostbayerisches Technologie Transfer Institut, Regensburg): Innovative Lichttechnik in der Architektur, 1994 beschrieben. Die neuen Techniken gestatten jedoch auch nur eine ausreichende Kontrolle des direkten Sonnenlichts, wenn sie dem Sonnenstand mechanisch *nachgeführt* werden. Darüber hinaus haben metallisch reflektierende Oberflächen den Nachteil, daß sie das Licht nur mit einem Wirkungsgrad von 90-95% reflektieren. Die nicht absorbierte Energie wird als Wärme freigesetzt, wodurch bei innenliegenden Elementen leicht Überhitzung auftritt. Wesentlich besser ist die Totalreflexion in brechenden Medien, die fast verlustfrei ist.

### Beschreibung der Erfindung

Die hier beschriebene Erfindung zeigt, wie mit stationären Elementen das direkte Sonnenlicht für einen vorgegebenen Zeitraum des Jahres reflektiert oder absorbiert werden kann bei gleichzeitiger weitgehender Durchlässigkeit für einen großen Teil des diffusen Himmelslichts.

melslichts.

Es werden Prinzipien herangezogen, die für die Konzentration der Sonnenstrahlung entwickelt wurden. Im Gegensatz zur energetischen Nutzung der Sonnenstrahlung wird jedoch in diesem Fall das direkte Sonnenlicht erst gesammelt und dann zurückreflektiert, wobei jedoch ein möglichst großer Anteil des diffusen Tageslichts transmittiert werden soll.

Als Ausgangspunkt dienen die nichtabbildenden Konzentratoren, deren Prinzipien in dem Standardwerk von Welford und Winston (W. T. Welford, R. Winston, *The Optics of Nonimaging Concentrators*, Academic Press 1978) und in dem neueren Werk von A. Luque (A. Luque, *Solar Cells and Optics for Photovoltaic Concentration*, Bristol, Adam Hilfer, 1989) beschrieben werden. Für die neue Anwendung auf Abschattungen werden die gleichen Prinzipien eingesetzt, jedoch sind die Funktion und die Kriterien für die Optimierung deutlich verschieden.

⇒ Bei Konzentratoren ist das Ziel, möglichst alles Licht aus einem vorgegebenen Raumwinkel des Himmels auf den Absorber zu konzentrieren. Dabei ergibt sich aus theoretischen Überlegungen, daß die Grenze zwischen Akzeptanzwinkelbereich des Konzentrators und dem Bereich, in dem die Strahlung zurückgeworfen wird, möglichst scharf sein soll.

⇒ Bei den Abschattungselementen ist das Ziel, neben der Reflexion unerwünschter Direktstrahlung möglichst viel Tageslicht in ein Gebäude zu transmittieren. Ferner sind bei Tageslicht die Anforderungen an die Perfektion der Lichtsammlung stark reduziert, insbesondere sind Übergangsbereiche zwischen Zeiten voller Abschattung des Sonnenlichts (im Sommer) und voller Transmission (im Winter) erwünscht. Die Auslegung der Elemente ist auch dadurch verschieden, daß der Abschattungseffekt nur zu bestimmten Jahres- und Tageszeiten erforderlich ist.

In der hier beschriebenen Erfindung werden modifizierte Konzentratoren vom Typ der CPCs (Compound Parabolic Concentrators) eingesetzt. Während bei den gebräuchlichen Konzentratoren das eingesammelte Licht auf einen Absorber gelenkt und in Nutzenergie umgewandelt wird, wird hier das gesammelte Licht durch einen Reflektor an der Stelle des Absorbers wieder zurückgeworfen. Das ist möglich, da die Strahlengänge völlig reversibel sind.

Ein CPC, wie hier verwendet, ist folgendermaßen definiert: Ein linearer Lichtkonzentrator mit ebenen Ein- und Austrittsflächen, dessen Seitenflächen im Schnitt Parabeln sind (1 in Abb. 1), wobei die Fokallinien der Parabelflächen jeweils die der Parabelfläche gegenüberliegende Begrenzung der Konzentratoraustrittsfläche bilden.

Abb. 1 stellt einen Schnitt durch einen paraboli-

schen Trogkonzentator dar. Die reflektierenden Seitenwände 1 sind Parabelsegmente, der Konzentrator ist senkrecht zur Zeichenebene verlängert zu denken. Der Konzentrator hat in der Schnittebene einen Akzeptanzwinkel 2, innerhalb dessen alle Strahlung auf den Absorber gelenkt wird. Strahlen außerhalb des Akzeptanzwinkels werden reflektiert. Bei der hier gezeigten Ausführung ist der Akzeptanzwinkel senkrecht zur Zeichenebene unbegrenzt, d.h.  $180^\circ$ . Diese Ausführung eignet sich optimal zur nicht nachgeführten Konzentration des Sonnenlichts. Dazu wird die Achse des Trogs in Ost-West-Richtung gelegt und der Akzeptanzwinkel 2 mindestens gleich der doppelten Deklination der Sonnenbahn ( $23,4^\circ$ ) gewählt und der Konzentrator um den Winkel der geographischen Breite des Aufstellungsorts gegen die Horizontale nach Süden geneigt. Dann liegt die Sonnenbahn in allen Jahreszeiten zum größten Teil innerhalb des Akzeptanzwinkels des Konzentrators, und das direkte Licht kann weitgehend gesammelt werden.

Eine Abwandlung der einfachen CPC Version, die aus einem Trog mit spiegelnden Wänden besteht, verwendet massives transparentes Material 4 mit Brechungsindex  $n$  für den Trog. Dann wird nicht nur die erzielbare Konzentration um den Faktor  $n$  höher, sondern bei Einhaltung bestimmter Reflexionswinkelbegrenzungen kann auch die Verspiegelung wegfallen, da die Strahlen durch Totalreflexion im Trog geführt werden.

In der erfindungsgemäßen Anwendung wird anstelle des Absorbers am Konzentratorende ein Spiegel 5 eingesetzt. Für die Anwendung zur Beleuchtung bei gleichzeitiger Sonnenabschattung sind nun die Strahlen *außerhalb* des Akzeptanzwinkels von besonderer Bedeutung, denn aus den Konstruktionsprinzipien des totalreflektierenden Konzentrators folgt, daß sie durch die Wände 1 hindurchdringen. Durch die Brechung beim Austritt bleibt ihre Richtung jedoch nicht erhalten, was ebenfalls für die Anwendung von Vorteil sein kann.

Sonnenschutzeinrichtungen dienen vor allem dem Schutz vor Überhitzung im Sommer, während im Winter die Sonnenstrahlung zur passiven Sonnenenergienutzung erwünscht ist. Aber auch im Winter hat direkte Sonnenstrahlung in Wohnräumen Nachteile infolge von Blendung und Ausbleichen farbiger Gegenstände. Ein besonderer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß der Akzeptanzwinkel 2 in etwa auf das Sommerhalbjahr begrenzt werden kann. Dadurch wird zum einen der Anteil des durchgelassenen diffusen Lichts größer, zum anderen wird das direkte Licht im Winter, das ja außerhalb des Akzeptanzwinkels liegt, als diffuses Licht in die Räume transmittiert. In diesem Fall ist es vorteilhaft, den Neigungswinkel der Eintrittsfläche des Konzentrators nicht gleich der geographischen Breite, sondern flacher, etwa  $30^\circ$  (in Mitteleuropa) gegen die Horizontale zu wählen. Insbesondere im Sommer liegt am Morgen und am Abend die Sonnenbahn außerhalb des Akzeptanzwinkels. Von Interesse ist hier nur der Fall des Som-

mers, da im Winter ohnehin Durchlässigkeit erwünscht ist. Da aber im Sommer die Sonne zu diesen Zeiten im Norden, d. h. hinter der die Verglasung enthaltenden Hausfassade steht, reicht es aus, den Akzeptanzwinkel für die Zeit zwischen etwa 8 und 16 Uhr Ortszeit auszulegen.

Die Bedingung, daß nur Totalreflexion stattfinden darf, hat zur Folge, daß die Seitenwände des Trogs nicht bis zum unteren Abschluß als Parabeln ausgeführt werden können. Der Öffnungswinkel am Ausgang darf bei einem Brechungswinkel von  $1,5$  maximal  $78^\circ$  betragen. Das hat weiter zur Folge, daß das untere Ende des Konzentrators in der Schnittebene eine Gerade wird.

Bei der bevorzugten Ausführung mit einem Öffnungswinkel von etwa  $24^\circ$  führt die Theorie zu relativ tiefen parabolischen Trögen, die in der Praxis unhandlich wären. Daher ist es günstig, die Konzentratoren abzukürzen, was man in der hier behandelten Anwendung ohne weiteres tun kann. Abb. 2 zeigt einen CPC von normaler Länge (2a) und daneben einen auf die 0,2 fache Länge verkürzten (2b) für einen halben Akzeptanzwinkel von 12. Die beiden Strukturen sind nicht im gleichen Maßstab dargestellt. In der Abbildung ist auch zu sehen, wie Strahlen, die mit verschiedenen Winkeln ankommen, entweder totalreflektiert werden oder durch die Seitenwände hindurchtreten. Für das Material des Konzentrators ist ein Brechungsindex von 1,5 angenommen. Dadurch verändert sich der Akzeptanzwinkel innerhalb des Konzentrators. Das Bild zeigt auch, wie mit Hilfe von Strahlverfolgungsprogrammen (Ray Tracing) die Strukturen berechnet und optimiert werden können. Neben einer geringen Reduktion der möglichen Konzentration hat die Verkürzung vor allem den Effekt, daß die Übergangszonen zwischen dem Akzeptanzbereich und dem nicht auf den Absorber gelangenden Winkelbereich breiter werden. Dies ist für Sonnenenergiemwandlung nachteilig, aber für die Anwendung zur Abschattung eher wünschenswert.

Von Wichtigkeit ist auch, daß die Funktion der Konzentratoren nicht von der absoluten Größe abhängt. Insofern kann man die Strukturen so klein machen, wie es die Fertigungstoleranzen erlauben, wodurch eine geringe Dicke der Elemente und Materialersparnis erzielt wird. Bei Sonnenenergienutzung dagegen ist die Bauhöhe durch die Größe der thermischen Absorber oder der Solarzellen bestimmt.

Ferner ist es vorteilhaft, viele Tröge mit einer gemeinsamen Deckplatte zu verbinden, wodurch leicht handhabbare Elemente entstehen. Abb. 3 zeigt diese Anordnung. Die Deckplatte 6 hat keinen Einfluß auf die optischen Eigenschaften der Konzentratoren, wie man leicht zeigen kann.

Um eine Verschmutzung oder Verstaubung der Konzentratorstrukturen zu verhindern, ist möglich, an der Rückseite der Konzentratorplatten eine weitere Glasplatte anzubringen, die mit den Konzentratorplatten durch einen hermetischen Randverbund verbunden ist.

Hinsichtlich der Anordnung bzw. Montage der Konzentratoren in Verglasungen gibt es drei Möglichkeiten:

1. Die Verglasung hat Ausrichtung nach Süden und in etwa die richtige Neigung von etwa  $30^\circ$ . Dann kann ein Element mit Konzentratorstrukturen, wie in Abb. direkt an die Verglasung angebracht werden, bzw. als Verglasung dienen.

5

2. Die Verglasung ist horizontal. Dann werden Lamellen 7 mit aufgebrachten Konzentratorstrukturen unterhalb der äußeren Verglasung 8 im richtigen Winkel angeordnet, wie in Abb. 4 gezeigt. Der Akzeptanzwinkel muß hier größer gewählt werden, als bei nach Süden geneigten Flächen, da die Sonnenbahn einen größeren Raumwinkelbereich einnimmt. Der Abstand der Lamellen wird dabei so gewählt, daß sie sich von oben gesehen mindestens überlappen, da im Sommer die Sonne auch im Norden steht.

10

3. Die Verglasung ist vertikal (Südfenster). Dann werden ebenfalls Lamellen mit Konzentratoren übereinander mit der richtigen Neigung hinter der Verglasung angeordnet, wie Abb. 5 zeigt. Hier muß ebenfalls der Akzeptanzwinkelbereich vergrößert werden. Die Lamellen haben hier eine Neigung von etwa  $45^\circ$ .

15

20

Neigungen, die zwischen den aufgeführten liegen, können entsprechend behandelt werden. Die Lamellenstrukturen können bei Montage einjustiert werden und können dann in fester Position bleiben. Sie können aber auch, insbesondere im Falle der Südfenster hochziehbar sein und/oder in der Neigung verstellbar.

25

In der Regel wird man die Konzentratoraustrittsflächen mit Spiegeln versehen. Diese können leicht aufgebracht werden, z.B. durch Siebdruckverfahren, da Austrittsflächen alle in einer Ebene liegen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die transparente, ebene Austrittsfläche als Reflektor zu verwenden. Da nämlich der Öffnungswinkel der konzentrierten Strahlung sehr groß ist ( $\pm 78^\circ$ ) ist, fällt ein sehr großer Teil der Strahlungsenergie in den Totalreflexionskegel an der Austrittsfläche und wird zurückreflektiert. Auf diese Weise hat man die Möglichkeit, etwa 20% des Sonnenlichts zusätzlich zu transmittieren. Diesen Effekt kann man mit einer weiteren Konzentrationsstufe verstärken, wie Bild 6 zeigt. An den Konzentrator 4 schließt sich eine weitere Konzentrationsstufe 9 an. Damit wird die Lichtintensität noch einmal um 80% reduziert. Die Konzentratoren 9 der zweiten Stufe können durch dünne Stege (nicht in der Abb. gezeigt) mit der ersten Stufe verbunden sein.

30

Bei ebenen Austrittsflächen ergibt sich als Nachteil, daß für kurze Zeit, wenn die Sonne senkrecht auf der Eintrittsebene steht, direktes Sonnenlicht transmittiert wird. Das läßt sich durch eine Aufrauhung der Austrittsfläche vermeiden. Diese Oberfläche wirkt lichtstreuend und hat trotzdem den gleichen Totalreflexionskoeffizienten wie eine glatte Oberfläche, wie aus der Theorie der Optik hervorgeht.

35

Für von der Südrichtung abweichende Orientierungen sind auch schrägstehende, unsymmetrische Konzentratoren möglich. Diese sind zwar in ihren optischen

Eigenschaften den idealen Konzentratoren unterlegen, bieten aber die Möglichkeit größerer Flexibilität. Abb. 7 zeigt ein Beispiel einer schrägen Konzentratoranordnung: Hinter einer Verglasung 10 befinden sich abgeschrägte Konzentratoren. Diese Art von Konzentratoren eignet sich vor allem für Ost- und Westrichtungen. Hier sind auch zweidimensionale, d. h. rotationssymmetrische Ausführungen möglich, die dann vorteilhafterweise auf den Mittelpunkt des auszublendenen Himmelsbereichs ausgerichtet werden. Eine besonders gute Anpassung an vorgegebene Bestrahlungsverhältnisse erhält man, wenn man rechteckige Konzentratoren einsetzt, die aus zwei sich durchdringenden CPC's bestehen. Dabei ist es möglich, die Parabelparameter der senkrecht aufeinander stehenden Begrenzungsfächern verschieden zu wählen, um die Abschattungswirkung genau dem Sonnenlauf anzupassen.

40

Die bisher beschriebenen Strukturen haben den Nachteil, daß sie keine Durchsicht erlauben. Für Wohn- und Bürräume ist jedoch Sichtkontakt nach außen aus Gründen des Komforts wünschenswert. Eine Lösung dieses Problems besteht darin, auf der Rückseite der beschriebenen Strukturen ein weiteres transparentes Element anzuordnen, dessen Oberfläche dem Negativ der Abschattungsstrukturen entspricht. Abb. 8 zeigt diese Anordnung. Gegenüber den Abschattungsstrukturen 6 ist ein Negativelement 12 angeordnet. Zwischen den beiden Elementen liegt ein Luftspalt 13, der bewirkt, daß die Totalreflexion ungehindert stattfinden kann.

45

In der hier dargestellten Betriebsweise ist die Anordnung nicht durchsichtig. Unter der Voraussetzung, daß 6 und 12 in etwa den gleichen Brechungsindex haben, kann diese Anordnung zwischen der Betriebsweise Abschattung und Durchsicht geschaltet werden. Das kann in verschiedener Weise geschehen: Entweder man füllt den Zwischenraum 13 bei Bedarf mit einer Flüssigkeit, die im Brechungsindex den transparenten Elementen sehr nahe ist, oder man macht die Elemente gegeneinander verschiebbar, dergestalt, daß der Luftspalt entweder geöffnet oder geschlossen werden kann. Dies bereitet jedoch technische Schwierigkeiten, da zur Unterdrückung der Totalreflexion der Zwischenraum kleiner als eine Lichtwellenlänge sein muß, d. h. die Strukturen müßten äußerst präzise gefertigt werden. Diese Schwierigkeit wird umgangen, indem man eines der beiden ineinanderpassenden Elemente mit einer elastisch verformbaren Oberflächenschicht 14 beschichtet, wie in Abb. 9 dargestellt. Diese Schicht, die wiederum im Brechungsindex an die festen Platten angepaßt sein muß, gleicht beim Anpressen Oberflächenunebenheiten aus.

50

Das Prinzip der Umschaltbarkeit durch Negativstrukturen kann auch auf schrägstehende Strukturen nach Abb. 7 angewandt werden, wie Abb. 10 zeigt.

55

Alle hier dargestellten Abschattungstechniken können auch zur teilweisen Bedeckung von Verglasungsflächen, z. B. nur im oberen Teil von Fenstern eingesetzt werden.

**Patentansprüche**

1. Richtungsselektives Reflexionssystem für Verglasungen, dadurch gekennzeichnet, daß lichtkonzentrierende Strukturen bestehend aus einem transparenten Medium, das direkte und diffuse Sonnenlicht, das aus einem vorgegebenen Bereich des Himmels kommt, mittels Totalreflexion auf eine Zone lenken, die deutlich kleiner ist als die Lichteintrittszone, daß diese Zone ganz oder teilverspiegelt ist und daß das nicht totalreflektierte Licht zur Beleuchtung der dahinterliegenden Räume genutzt wird. 5
2. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Akzeptanzwinkel der Konzentratorstrukturen auf den Bereich des Himmels beschränkt ist, der sechs bis acht Monaten Sonnenbahn im Sommerhalbjahr in der Zeit von etwa 8:00 bis 16:00 Uhr Ortszeit entspricht. 15
3. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1-2, dadurch gekennzeichnet, daß für nach Süden orientierte oder nach Süden geneigte Verglasungen die konzentrierenden Strukturen zur Kategorie der linearen Compound Parabolic Concentrators (CPCs) gehören und daß diese als Tröge in der Ost-West-Richtung angeordnet sind. 20
4. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die seitlichen Begrenzungsfächen der Konzentratoren in einem Nord-Süd-Querschnitt im oberen Teil aus einem Parabelabschnitt und im unteren Teil aus einer Geraden bestehen, dergestalt, daß der halbe Öffnungswinkel der Lichtstrahlen am Konzentratorende maximal 78° beträgt. 25
5. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß der halbe Akzeptanzwinkel der Konzentratoren in Ost-West-Richtung 90° und in Nord-Süd-Richtung 12°-20° beträgt. 30
6. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentratoren im Vergleich zu idealen Konzentratoren für die vorgegebenen Randbedingungen stark verkürzt sind, wobei der Verkürzungsfaktor zwischen 0,2 und 0,5 liegt. 35
7. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentratorstrukturen kontinuierlich eine größere Fläche bedecken und daß sie fest mit einer durchgehenden Deckplatte mit glatter Oberfläche verbunden sind. 40
8. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Konzentratorstrukturen einschließlich Deckplatte nicht mehr als 2 cm beträgt. 45
9. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1-8, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentratorplatten annähernd nach Süden ausgerichtet und um etwa 30° gegen die Horizontale geneigt sind. 50
10. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1-9, dadurch gekennzeichnet, daß bei nicht auf etwa 30° geneigten Verglasungen die Konzentratorstrukturen auf Lamellen angebracht sind, die in ihrer Gesamtheit auf einen für die Verglasung optimalen Winkel zwischen 20° -45° einjustiert werden. 55
11. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1-10, dadurch gekennzeichnet, daß die Totalreflexion am Ausgang des Konzentrators zur Rückreflexion benutzt wird. 60
12. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1-11, dadurch gekennzeichnet, daß der Konzentratorausgang aus einer aufgerauhten Oberfläche besteht. 65
13. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1-11, dadurch gekennzeichnet, daß am Ausgang des Konzentrators, durch einen Luftspalt getrennt, mindestens eine weitere Konzentratorstruktur angebracht ist. 70
14. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1,2,6-8,11-13 dadurch gekennzeichnet, daß die Symmetrielinie der Konzentratoren einen Winkel mit der Ebene der Verglasung bildet. 75
15. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1,2,6-8,11-14, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentratoren rotationssymmetrisch sind. 80
16. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1,2,6-8,11-14, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentratoren rechteckige Form haben und daß die seitlichen Begrenzungsfächen entsprechend den Ansprüchen 3 und 4 gestaltet sind, und daß die Konzentrationsverhältnisse in den beiden aufeinander senkrecht stehenden Parabel-Gerade-Kombinationen verschieden sind. 85
17. Richtungsselektives Reflexionssystem nach Anspruch 1,2,6-8,11-15, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentratorachse auf den Mittelpunkt des abzuschattenden Himmelsbereichs ausgerichtet ist. 90

**18. Richtungsselektives Reflexionssystem** nach Anspruch 1-16, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentratorstrukturen auf der der Sonne abgewandten Seite mit einer ebenen, transparenten Platte abgedeckt sind, und daß diese einen hermetischen Randverbund mit der Konzentratorplatte hat.

5

**19. Richtungsselektives Reflexionssystem** nach Anspruch 1-9,11,14-16, dadurch gekennzeichnet, daß sich auf der Rückseite der Konzentratorstrukturen ein zweites plattenförmiges Element befindet, das den gleichen Brechungsindex hat, dessen den Konzentratorstrukturen zugewandte Oberfläche die negativen Konzentratorstrukturen enthält und das durch einen Luftspalt vom ersten Element getrennt ist.

10

15

**20. Richtungsselektives Reflexionssystem** nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftspalt reversibel mit einer Flüssigkeit gefüllt werden kann, die im Brechungsindex dem Material der transparenten Platten sehr nahe kommt.

20

**21. Richtungsselektives Reflexionssystem** nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß durch mechanische Bewegung der Luftspalt zwischen den strukturierten Platten geöffnet oder geschlossen werden kann.

25

30

**22. Richtungsselektives Reflexionssystem** nach Anspruch 19 und 21, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder beide strukturierte Oberflächen mit einer transparenten elastischen Schicht eines Materials mit Brechungsindex ähnlich dem der beiden Platten beschichtet sind.

35

**23. Richtungsselektives Reflexionssystem** nach Anspruch 19-22, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung der Flüssigkeitsfüllung oder der mechanischen Bewegung der Elemente automatisch durch ein Kontrollelement geschieht, das auf das Vorhandensein direkter Sonnenstrahlung anspricht.

40

45

50

55

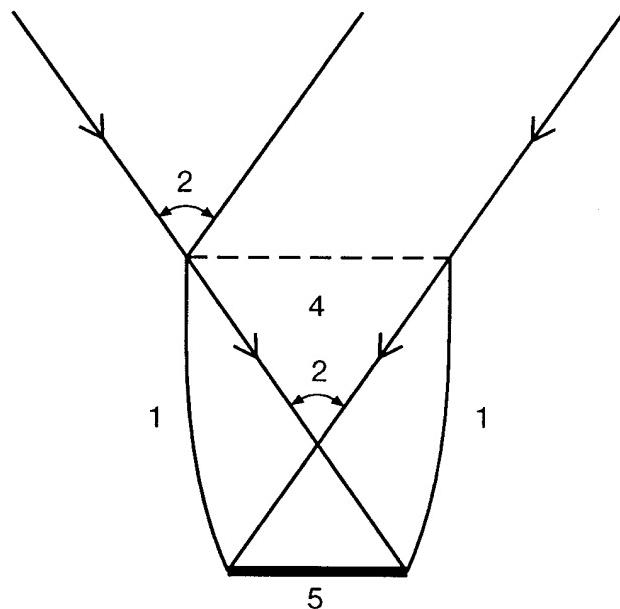


Abb. 1

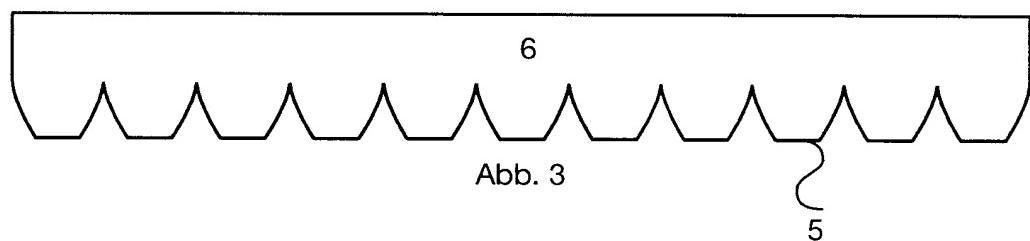


Abb. 3

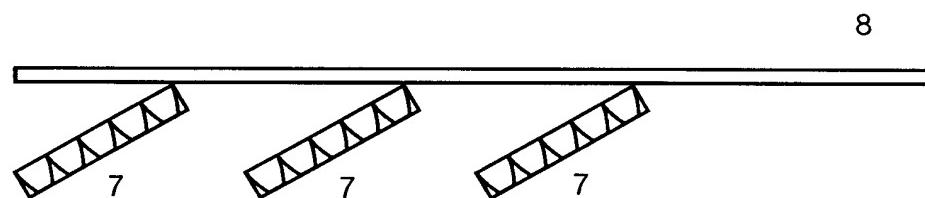


Abb. 4

b

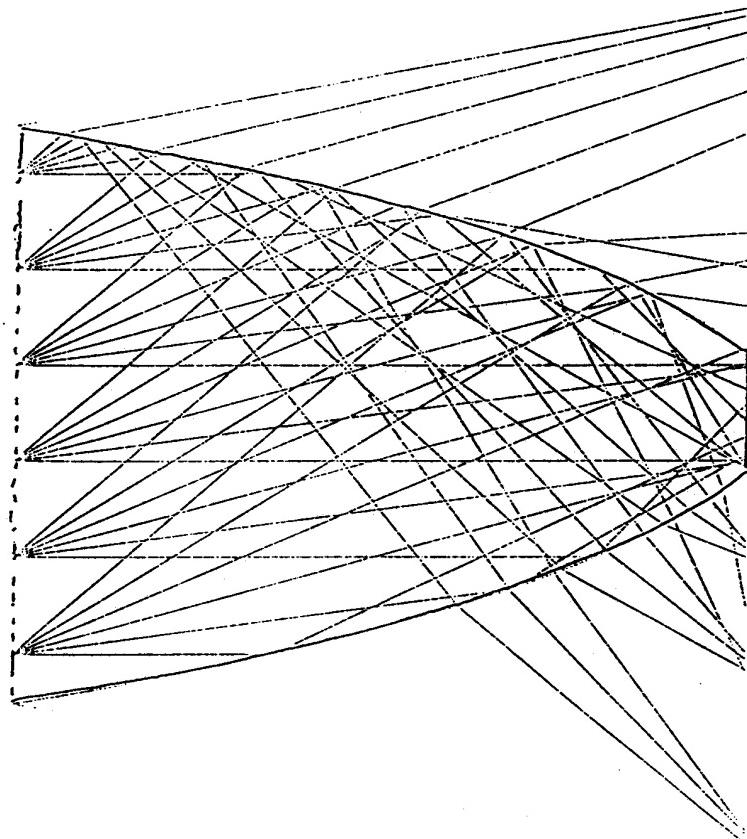
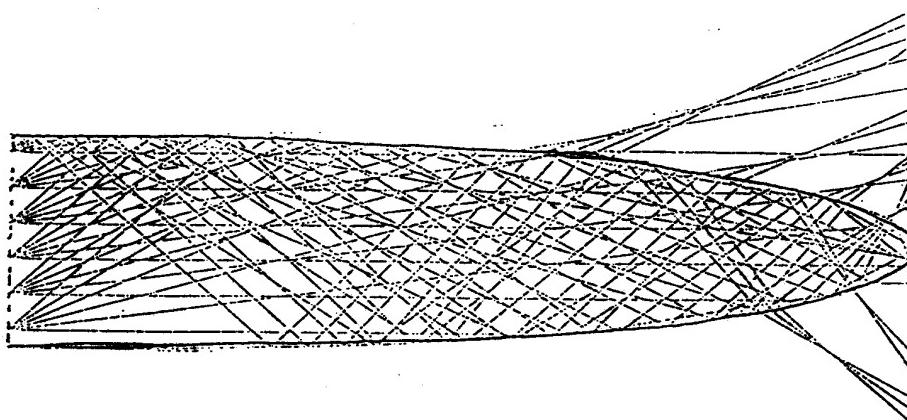


Abb. 2

a



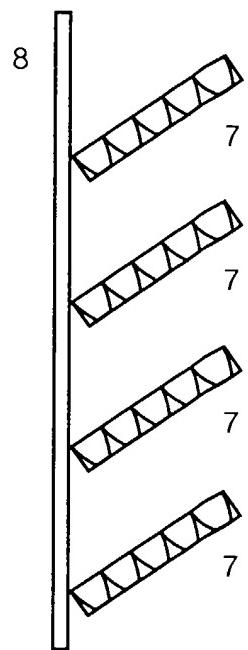


Abb. 5

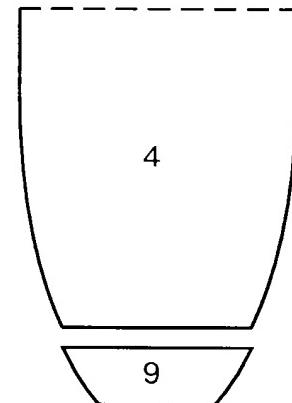


Abb. 6

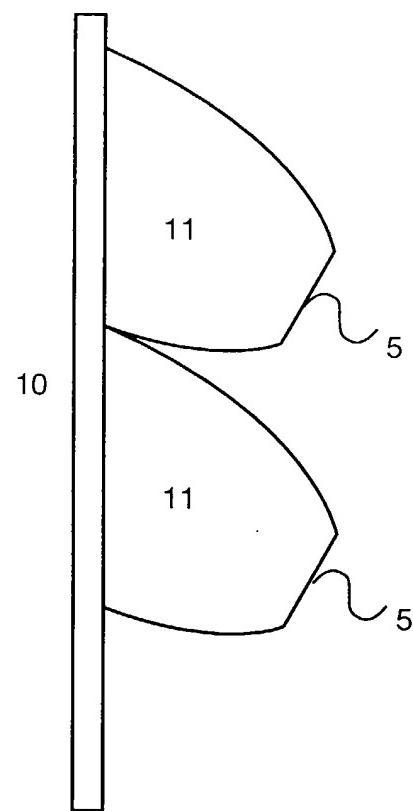


Abb. 7

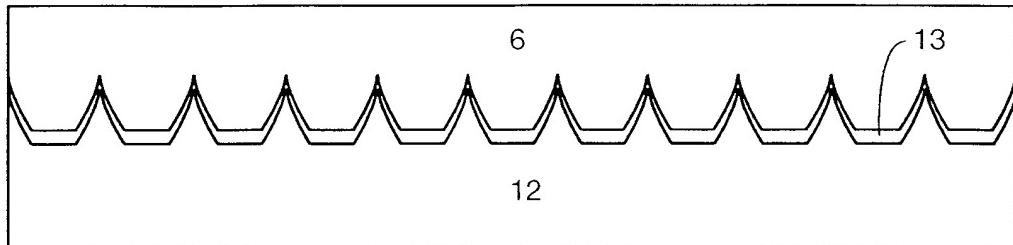


Abb. 8

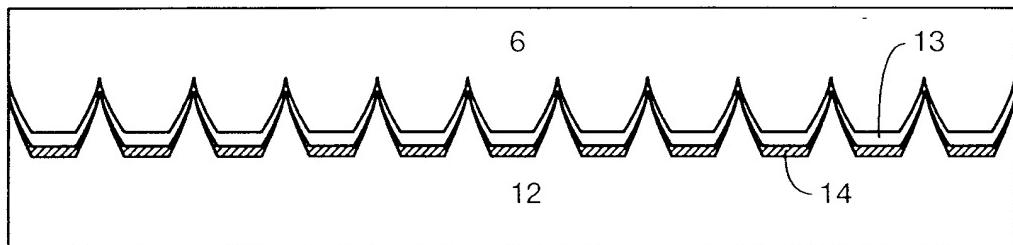


Abb. 9

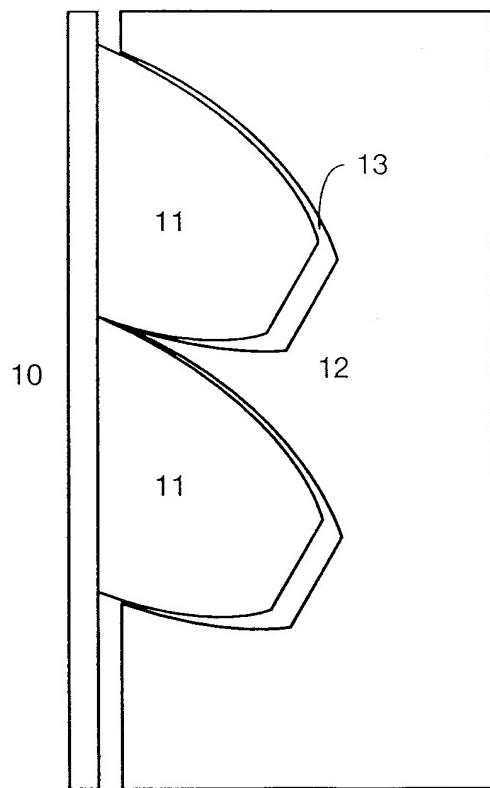


Abb. 10



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US 5 220 462 A (FELDMAN JR KARL T) 15.Juni 1993 * Spalte 6, Zeile 44 - Zeile 58 * * Spalte 7, Zeile 36 - Spalte 9, Zeile 11; Abbildungen 4,8,9 * ---	1,3,7,15	F21S11/00 G02B5/10 G02F1/19
A	US 4 475 536 A (DAME RICHARD E) 9.Oktober 1984 * Spalte 1, Zeile 29 - Zeile 47 * * Spalte 2, Zeile 4 - Zeile 56; Abbildungen 1-4 * ---	1-3,7, 15,17,18	
A	US 4 003 638 A (WINSTON ROLAND) 18.Januar 1977 * Spalte 3, Zeile 20 - Spalte 6, Zeile 26 * * Spalte 7, Zeile 25 - Spalte 11, Zeile 62; Abbildungen 1-8,11-16 * ---	1-7,9, 13,15-18	
A	US 4 240 692 A (WINSTON ROLAND) 23.Dezember 1980 * Spalte 1, Zeile 47 - Spalte 9, Zeile 12; Abbildungen 1-9 * ---	1,3-5,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)  F21S G02B G02F
A	US 4 773 733 A (MURPHY JR JOHN A ET AL) 27.September 1988 * Spalte 6, Zeile 9 - Spalte 11, Zeile 34 * * Spalte 13, Zeile 61 - Spalte 15, Zeile 49; Abbildungen 1-6,13,14 * ---	1,2,5,7, 9-12,14, 17,18	
A	DE 19 49 865 A (SCHNEIDER &CO.) 15.April 1971 * Spalte 2, Zeile 6 - Zeile 23 * * Spalte 3, Zeile 34 - Spalte 4, Zeile 53; Abbildungen 1,2 * ---	19,20,23	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	3.Juli 1997	THEOPISTOU, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nickschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 10 4816

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	Klassifikation der Anmeldung (Int.Cl.6)
A	US 2 565 514 A (WOLF SZMUL PAJES) 28.August 1951 * Spalte 1, Zeile 49 - Spalte 3, Zeile 29; Anspruch 1; Abbildungen 1-3 * -----	19,21,23	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	3.Juli 1997	THEOPISTOU, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			